



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 1 079 431 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.02.2001 Patentblatt 2001/09

(51) Int. Cl.⁷: H01L 23/10, B81B 7/00

(21) Anmeldenummer: 00115981.3

(22) Anmeldetag: 26.07.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstrecksstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 26.08.1999 DE 19940512

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• Artmann, Hans
71106 Magstadt (DE)
• Frey, Wilhelm, Dr.
9430 Palo Alto (US)
• Laermer, Franz, Dr.
70437 Stuttgart (DE)

(54) **Verfahren zur Verkappung eines Bauelementes mit einer Kavernenstruktur und Verfahren zur Herstellung der Kavernenstruktur**

(57) Es wird ein Verfahren zur Verkappung mindestens eines von einem Tragkörper (18) getragenen oder bereichsweise umgebenen Bauelementes (17), insbesondere eines mikromechanischen Bauelementes oder Sensorelementes vorgeschlagen. Dabei wird das Bauelement (17) auf der Oberfläche des Tragkörpers (18) bereichsweise derart mit einer Kaverne (13) eines mit einer Kavernenstruktur (20) versehenen Schichtsystems (5) überstülpt, daß die Kaverne (13) und der Tragkörper (18) das Bauelement (17) zumindest weitge-

hend umhüllen. Weiterhin wird ein Verfahren zur Herstellung einer Kavernenstruktur (20) mit einer Vielzahl von regelmäßig angeordneten Kavernen (13) vorgeschlagen, wobei ein Grundkörper (10), insbesondere einem Siliziumkörper, mit einer Deckschicht (12) mit der Kavernenstruktur (20) strukturiert wird. Außerdem wird eine Trennschicht (11) erzeugt, mittels der die Deckschicht (12) von dem Grundkörper (10) trennbar ist.

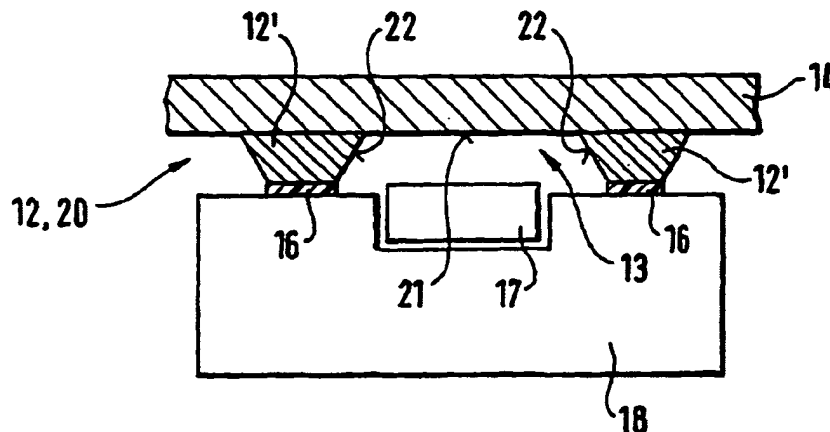


FIG. 4

EP 1 079 431 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ver-
kappung eines Bauelementes, insbesondere eines
mikromechanischen Bauelementes oder Sensorele-
mentes, mit einer Kavernenstruktur sowie ein Verfahren
zur Herstellung dieser Kavernenstruktur, insbesondere
aus Silizium, nach der Gattung der unabhängigen
Ansprüche.

Stand der Technik

[0002] Es ist bekannt, mikromechanische Sensor-
elemente oder Bauteile nach deren Aufbau auf einem
Siliziumwafer in einem Metallgehäuse mit anschließen-
dem Zuschweißen in Einzelverarbeitung zu verkappen,
um diese vor Gasen, Staub, Wasser oder sonstigen
Verunreinigungen zu schützen und eine Funktionsbe-
einträchtigung zu vermeiden. Weiterhin ist bekannt,
einen Siliziumkappenwafer, der zuvor mit einer KOH-
Lösung strukturiert wurde, auf einen Sensorwafer zu
bonden (sogenanntes „Waferscale-Packaging“), um
damit auf dem Sensorwafer befindliche mikrome-
chanische Sensorelemente oder Bauteile zu verkappen. Das
Bonden erfolgt dabei üblicherweise über Sealglas. Beide
Methoden werden beispielsweise erfolgreich in der
Serienproduktion mikromechanischer Sensoren ein-
gesetzt.

[0003] In beiden Fällen sind jedoch die sehr hohen
Kosten für die Verkappung der Sensoren oder Bauele-
mente mit diesen Verfahren nachteilig, die bis zu 50%
der Gesamtkosten ausmachen können.

[0004] Die Herstellung von porösem Silizium und
die epitaktische Abscheidung von Silizium auf porösem
Silizium mittels des sogenannten Ψ -Prozesses ist aus
der Anmeldung DE 197 30 975.5 bekannt.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war die
Entwicklung von Verfahren, mit denen eine kostengün-
stige und gleichzeitig möglichst hermetische Verkap-
pung von Bauelementen oder Sensorelementen auf
Waferlevel möglich ist.

Vorteile der Erfindung

[0006] Die erfindungsgemäßen Verfahren mit den
kennzeichnenden Merkmalen der unabhängigen
Ansprüche haben gegenüber dem Stand der Technik
den Vorteil, daß sie eine kostengünstige und präzise
Verkappung von insbesondere beweglichen Sensorele-
menten oder Bauelementen erlauben. Dabei kann vor-
teilhaft der eingesetzte Grundkörper oder der
verbliebene Teil des Schichtsystems nach einem Ver-
fahrendurchlauf mehrfach wiederverwertet werden.

[0007] Weiterhin handelt es sich bei dem
erfindungsgemäßen Verfahren um ein Verfahren auf
Waferlevel, so daß eine aufwendige Einzelverkappung
der zu schützenden Bauelemente und eine Einzelju-
stage der einzelnen Kavernen entfallen kann. Auch die

Handhabung des mit den Bauelementen versehenen
Wafers und des mit der Kavernenstruktur versehenen
Wafers ist deutlich vereinfacht.

[0008] Daneben kann die Form der erzeugten
Kavernen in einfacher Weise an die jeweils zu verkap-
penden Bauelemente angepaßt werden.

[0009] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung
ergeben sich aus den in den Unteransprüchen genann-
ten Maßnahmen.

[0010] Besonders vorteilhaft ist, wenn als Trenn-
schicht eine Opferschicht aus porösem Silizium einge-
setzt wird. Die auf der Trennschicht erzeugte
Deckschicht besteht weiter vorteilhaft aus epitaktisch
aufgewachsenem Silizium oder aus gegenüber der
Trennschicht niedrporösem Silizium.

[0011] Weiterhin werden im Laufe des erfindungs-
gemäßen Verfahrens vorteilhaft lediglich jeweils an sich
bekannte Verfahrensschritte eingesetzt, die technisch
gut beherrschbar und mit der Siliziumhalbleitertechnol-
gie kompatibel sind.

[0012] Für gewisse Anwendungen kann es weiter
vorteilhaft sein, wenn die Kaverne zum Schutz eines
Bauelementes zumindest schwach gasdurchlässig ist.
Dies kann in einfacher Weise mit Hilfe des erfindungs-
gemäßen Verfahrens ohne wesentliche zusätzliche Ver-
fahrensschritte erreicht werden.

Zeichnung

[0013] Die Erfindung wird anhand der Zeichnung
und der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.
Es zeigt Figur 1 einen Siliziumwafer mit einem Schicht-
system mit einer oberflächlichen Kavernenstruktur
gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel, Figur 2 einen
Siliziumwafer mit einem Schichtsystem mit einer ober-
flächlichen Kavernenstruktur gemäß dem zweiten Aus-
führungsbeispiel, Figur 3 einen Siliziumwafer mit einem
Schichtsystem mit einer oberflächlichen Kavernenstruk-
tur gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel und Figur 4
ein mit der Kavernenstruktur verkapptes Bauelement
auf einem Siliziumwafer.

Ausführungsbeispiele

[0014] Die Figur 1 erläutert als erstes Ausführungs-
beispiel die Erzeugung einer Kavernenstruktur 20 zur
späteren kostengünstigen Dünnschichtverkappung
eines Bauelementes 17, insbesondere eines mikrome-
chanischen Sensorelementes, das aus einem Tragkör-
per 18 herausstrukturiert wurde, der beispielsweise aus
Silizium besteht.

[0015] Zunächst wird auf einem Grundkörper 10,
der im konkreten Beispiel ein Siliziumwafer oder Silizi-
umkörper ist, oberflächlich eine Trennschicht 11 aus
porösem Silizium erzeugt, die im späteren als Soll-
bruchschicht oder Opferschicht dient und eine Dicke
von 1 μ m bis 10 μ m, bevorzugt ca. 5 μ m hat. Die Erzeu-
gung der Trennschicht 11 erfolgt dabei nach dem aus

DE 197 30 975.5 bekannten Verfahren. Der Grundkörper 10, die Trennschicht 11 und die Deckschicht 12 bilden somit ein Schichtsystem 5.

[0016] Anschließend wird dann auf der Trennschicht 11 eine Deckschicht 12 aufgebracht, die beispielsweise aus epitaktisch aufgewachsenem, weitgehend einkristallinem Silizium besteht. Das epitaktische Aufwachsen erfolgt dabei bevorzugt mittels einer ionenassistierten Deposition d.h. einem Niedertemperatur-Epitaxieverfahren bei Temperaturen unterhalb 650°C. Ein derartiges Verfahren ist in S. Oelting, Proc. 13th European Photovoltaic Solar Energy Conf., Nice, France, 23.-27.10.95, „Ion Assisted Deposition of Crystalline Thin Film Silicon Solar Cells“, beschrieben. Alternativ kann die Abscheidung der Deckschicht 12 auch in an sich bekannter Weise über die Abscheidung von Polysilizium oder α -Silizium mit anschließender thermischer Rekristallisation bei Temperaturen oberhalb 600°C erfolgen oder - nach geeigneter Vorbehandlung der Trennschicht 11 - auch über ein an sich bekanntes LPCVD-Verfahren („Low Pressure Chemical Vapour Deposition“) oder APCVD-Verfahren („Atmospheric Pressure Chemical Vapour Deposition“) zur Abscheidung von einkristallinem Silizium oder Polysilizium.

[0017] Danach wird die aufgebrachte Deckschicht 12 derart strukturiert, daß eine Kavernenstruktur 20 entsteht, die bevorzugt aus einer regelmäßigen Anordnung von einzelnen Kavernen 13 besteht. Unter Kavernen 13 werden dabei im Rahmen der Erfindung Ausnehmungen aus der Deckschicht 12 verstanden, die einen weitgehend beliebigen, bevorzugt rechteckigen, quadratischen oder kreisförmigen Grundriß haben. Bevorzugt sind Kavernen 13, die eine wannenartige Form d.h. eine abgeschrägte Seitenwand 22 und einen rechteckigen oder kreisförmigen Boden 21 haben. Die Kavernenstruktur 20 kann im übrigen auch lediglich eine Kaverne 13 aufweisen.

[0018] Die Strukturierung der Deckschicht 12 mit der Kavernenstruktur 20 erfolgt dabei bevorzugt über Hochratenplasmaätzverfahren, wie sie beispielsweise aus DE 42 41 045 bekannt sind. Sofern die Deckschicht 12 aus epitaktisch aufgewachsenem, weitgehend einkristallinem Silizium besteht, eignet sich zur Erzeugung der Kavernenstruktur 20 weiter auch eine Ätzung in einer KOH-Lösung oder einer Tetramethylammoniumhydroxid-Lösung (TMAH-Lösung).

[0019] Zur Verkappung eines Bauelementes 17, das aus der Oberfläche eines Tragkörpers 18 herausstrukturiert oder auf dessen Oberfläche angeordnet wurde, und das beispielsweise ein mikromechanisches Sensorelement ist, wird danach die Kavernenstruktur 20 gemeinsam mit dem diese tragenden Grundkörper 10 bzw. Schichtsystem 5 kopfüber auf dem Tragkörper 18 präzise justiert und mit dem Tragkörper 18 verbunden. Dies wird mit Hilfe der Figur 4 erläutert. Diese Verbindung erfolgt in an sich bekannter Weise über Sealglas oder h m nisch verdichteten Polymerkleb-

stoff in Kontaktbereichen 16 zwischen der Kavernenstruktur 20 und dem Tragkörper 18 d.h. zwischen den Materialien der Deckschicht 12 und dem Tragkörper 18, die sich in den Kontaktbereichen 16 bevorzugt nahezu berühren.

[0020] Damit wird nun das Bauelement 17 von dem Tragkörper 18 und der dem Tragkörper 18 überstülpten, zumindest weitgehend gasdichten Kavernenstruktur 20 zumindest weitgehend umhüllt, wobei die Kaverne 13 im erläuterten Beispiel derart dimensioniert ist, daß sich das Bauelement 17, das beispielsweise ein mikromechanisches Beschleunigungssensorelement ist, nicht berührt.

[0021] Abschließend wird nach dem Verbinden von Tragkörper 18 und Kavernenstruktur 20 die mit der Kavernenstruktur 20 versehene Deckschicht 12 von dem Grundkörper 10 gelöst. Dies geschieht, indem durch mechanischen Zug oder eine Scherung die als Sollbruchschicht dienende Trennschicht 11, die die Deckschicht 12 von dem Grundkörper 10 trennt, aufgebrochen wird, so daß die Verbindung zwischen Deckschicht 12 und Tragkörper 10 gelöst wird. Anschließend wird dann der Grundkörper 10 und gegebenenfalls die Deckschicht 12 von anhaftenden Resten der Opfer-schicht 11 befreit, so daß der Grundkörper 10 für einen weiteren Verfahrenszyklus erneut verwendet und damit erneut ein Schichtsystem 5 erzeugt werden kann.

[0022] Die Figur 2 zeigt als zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung, wie in Abwandlung des zuvor beschriebenen Verfahrens auf dem Grundkörper 10, der beispielsweise ein Siliziumwafer oder Siliziumkörper ist, zunächst zwei übereinanderliegende Schichten, die Trennschicht 11 aus porösem Silizium und eine gering poröse Teilschicht 14 erzeugt werden. Die gering poröse Teilschicht 14 wird dabei im späteren eine Teilschicht der zuvor bereits erläuterten Deckschicht 12.

[0023] Unter einer gering porösen Schicht wird dabei eine Schicht verstanden, die eine offene Porosität von 5 % bis 30 % aufweist. Die poröse Trennschicht 11 ist dagegen bevorzugt eine hochporöse Schicht mit einer offenen Porosität von 30 % bis 70 %.

[0024] Zur Erzeugung der Schichten 11, 14 wird im einzelnen zunächst die Oberfläche des Grundkörpers 10, wie zuvor bereits beschrieben, flächig anodisiert. Durch geeignete Einstellung der Prozeßparameter beim Anodisieren d.h. der Elektrolytkonzentration und der Anodisierstromdichte kann bekanntermaßen die sich ergebende Porosität der jeweiligen Schicht eingestellt werden.

[0025] Zunächst wird daher aus der Oberfläche des Grundkörpers 10 durch flächiges Anodisieren mit einer 20%-igen bis 33%-igen, ethanolischen Flußsäurelösung bei einer Stromdichte von 1 mA/cm² bis 10 mA/cm² die niedrig poröse Teilschicht 14 erzeugt. Anschließend wird das Anodisieren dann mit einer 20%-igen bis 33%-igen, ethanolischen Flußsäurelösung bei einer Stromdichte von 10 mA/cm² bis 50 mA/cm² fortgesetzt, so daß unter der niedrig porösen

Teilschicht 14 die hochporöse Trennschicht 11 entsteht.

[0026] Die Dicke der Trennschicht 11 beträgt dabei 1 μm bis 10 μm , bevorzugt ca. 5 μm . Die niedrigporöse Teilschicht 14 hat bevorzugt eine Dicke von 1 μm bis 10 μm .

[0027] Im weiteren wird dann auf die niedrigporöse Teilschicht 14 eine Teildeckschicht 12' aufgebracht, die beispielsweise aus epitaktisch aufgewachsenem, weitgehend einkristallinem Silizium besteht und eine bevorzugte Dicke von 2 μm bis 10 μm hat. Das epitaktische Aufwachsen erfolgt dabei analog dem ersten Ausführungsbeispiel. Die Teildeckschicht 12' und die geringporöse Teilschicht 14 bilden somit die Deckschicht 12. In besonders bevorzugter Ausgestaltung des Ausführungsbeispiels wird vor dem epitaktischen Aufwachsen der Teildeckschicht 12' zusätzlich zunächst eine Voraboxidation der niedrigporösen Teilschicht 14 vorgenommen. Diese Voraboxidation betrifft besonders die Poren der Teilschicht 14 und verhindert ein Zusammensintern dieser Poren bei höheren Temperaturen. Sie erfolgt bei Temperaturen von 300°C bis 400°C über einen Zeitraum von 10 min bis 30 min.

[0028] Im nächsten Verfahrensschritt wird dann die Deckschicht 12 mit einer der bereits im ersten Ausführungsbeispiel beschriebenen Verfahren derart strukturiert, daß eine Kavernenstruktur 20 entsteht, die bevorzugt aus einer regelmäßigen Anordnung von einzelnen Kavernen 13 besteht. Bevorzugt wird dabei die Deckschicht 12 derart strukturiert, daß die Böden 21 der einzelnen Kavernen 13 der Kavernenstruktur 20 von der niedrigporösen Teilschicht 14 gebildet werden, während die Seitenwände 22 durch die epitaktisch aufgewachsene Teildeckschicht 12' gebildet werden. Auf diese Weise wird erreicht, daß die Böden 21 der Kavernen 13 gasdurchlässig jedoch staub- und wasserdicht sind, während die Seitenwände 22 neben staub- und wasserdicht auch zumindest weitgehend gasdicht sind. Es ist jedoch offensichtlich, daß das erläuterte Ausführungsbeispiel auch dahingehend abgewandelt werden kann, daß die gesamte Deckschicht 12 aus einem niedrigporösen Material, insbesondere niedrigporösem Silizium besteht und damit die gesamte Kavernenstruktur 20 zwar staub- und wasserdicht, jedoch zumindest teilweise gasdurchlässig ist.

[0029] Mit dem gemäß Figur 2 vorbereiteten Grundkörper 10 und den erzeugten Schichten bzw. dem erzeugten Schichtsystem 5 wird dann zur Verkappung des Bauelementes 17 wie bereits im ersten Ausführungsbeispiel und mit Hilfe der Figur 4 erläutert, weiterverfahren, d.h. die Kavernenstruktur 20 wird gemeinsam mit dem diese tragenden Grundkörper 10 kopfüber auf dem Tragkörper 18 präzise justiert und mit dem Tragkörper 18 verbunden, so daß das Bauelement 17 von dem Tragkörper 18 und einer der dem Tragkörper 18 überstülpten Kaverne 13 der Kavernenstruktur 20 umhüllt wird. Die Böden 21 der Kavernen 13 bilden dabei nun einen gasdurchlässigen Deckel der einzelnen Kavernen 13. Abschließend wird dann nach dem Ver-

binden von Tragkörper 18 und Kavernenstruktur 20 durch mechanischen Zug oder eine Scherung die als Sollbruchschicht dienende Trennschicht 11 aufgebrochen, so daß die Verbindung zwischen Deckschicht 12 und Tragkörper 10 gelöst wird.

[0030] Ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird mit Hilfe der Figur 3 erläutert. Dazu wird auf einem Siliziumwafer als Grundkörper 10 zunächst eine Abfolge von mindestens zwei Schichten aus porösem Silizium mit jeweils unterschiedlicher Porosität erzeugt. Die Porosität dieser beiden Schichten wird dazu analog dem zweiten Ausführungsbeispiel jeweils über die Anodisierungsparameter definiert. Konkret wird zunächst eine niedrigporöse obere Schicht erzeugt, die eine Porosität von 10 % bis 20 % und eine Dicke von 5 μm bis 20 μm hat. Dies erfolgt bevorzugt durch Anodisieren mit einer 20%-igen bis 33%-igen, ethanolischen Flußsäurelösung bei einer Stromdichte von 1 mA/cm^2 bis 10 mA/cm^2 bei Raumtemperatur. Diese obere Schicht bildet im weiteren die Deckschicht 12.

[0031] Anschließend wird dann eine hochporöse untere Schicht mit einer Porosität von 30 % bis 60 % und eine Dicke von 5 μm bis 10 μm erzeugt. Dies erfolgt erneut bevorzugt durch Anodisieren mit einer 20%-igen bis 33%-igen, ethanolischen Flußsäurelösung bei einer Stromdichte von 1 mA/cm^2 bis 10 mA/cm^2 bei Raumtemperatur. Diese untere Schicht bildet dann im weiteren die Trennschicht 11.

[0032] Anschließend wird dann der Grundkörper 10 mit den erzeugten Schichten 11, 12 aus porösem Silizium derart getempert, daß die niedrigporöse obere Schicht (Deckschicht 12) verdichtet wird, während gleichzeitig die Stabilität der unteren Schicht (Trennschicht 11) weiter reduziert wird. Dazu wird der Grundkörper 10 mit den erzeugten Schichten aus porösem Silizium beispielsweise bei 900°C bis 1100°C in H_2 -Atmosphäre über einen Zeitraum von 1 min bis 30 min getempert.

[0033] Im weiteren wird dann analog dem ersten Ausführungsbeispiel weiterverfahren d.h. es folgt die Strukturierung der nun verdichteten, weitgehend gasdichten oder niedrigporösen Deckschicht 12 mit der Kavernenstruktur 20 und die bereits anhand der Figur 4 erläuterte Verkappung des Bauelementes 17.

[0034] Das dritte Ausführungsbeispiel hat den Nachteil, daß der Grundkörper 10 gegenüber den anderen Ausführungsbeispielen schneller verbraucht ist, da die Dicke der Deckschicht 12 zusätzlich zur Dicke der Trennschicht 11 bei jedem Zyklus verbraucht wird. Gleichzeitig hat man dabei aber den Vorteil, daß kein Epitaxieschritt zum Erzeugen der Deckschicht 12 erforderlich ist, was je nach Anlagendimensionierung kostengünstiger sein kann.

[0035] In den vorstehenden Ausführungsbeispielen ist es im übrigen nicht zwingend, daß die Trennschicht 11 von einem berflächlichen Bereich des Grundkörpers 10 gebildet wird. Es ist ebenso möglich, daß auf dem Grundkörper 10 zunächst eine zusätzliche Schicht

abgeschieden wird, die im weiteren porosiert wird und dann die Trennschicht 11 bildet.

[0036] Schließlich ist es in leichter Modifikation der vorstehend erläuterten Ausführungsbeispiele offensichtlich auch möglich, daß der Grundkörper 10 schon vor der Erzeugung der Trennschicht 11 bzw. der Deckschicht 12 bereits in mit Kavernen versehener, strukturierter Form vorliegt. Dazu wird die Oberfläche des Grundkörpers 10 zunächst über ein an sich bekanntes Strukturierungsverfahren mit einer Struktur versehen, die analog der Kavernenstruktur 20 ausgebildet ist. Auf dieser Struktur an der Oberfläche des Grundkörpers 10 wird dann die Trennschicht 11 in der erläuterten Weise erzeugt. Dabei kann die Trennschicht 11 entweder zusätzlich auf die strukturierte Oberfläche des Grundkörpers 10 aufgebracht werden, oder auch durch die oberflächennahen Bereiche des Grundkörpers 10 gebildet sein. Auf dieser Trennschicht 11, beispielsweise aus porösem Silizium, wird dann analog den vorstehenden Ausführungen die Deckschicht 12 erzeugt. Dabei kann die Deckschicht 12 beispielsweise wie vorstehend beschrieben, in Form von Polysilizium abgeschieden werden, als auch durch oberflächliches thermisches Verdichten in H_2 -Atmosphäre einer porösen Teilschicht 14 erzeugt werden.

[0037] Bei dieser Verfahrensvariante überträgt sich somit die zunächst erzeugte oder bestehende Strukturierung der Oberfläche des Grundkörpers 10 auf die Trennschicht 11 und darüber auf die Deckschicht 12, so daß schließlich auch diese die Kavernenstruktur 20 aufweist, ohne daß die Kavernen 13 in einem eigenen Verfahrensschritt noch einmal aus der Deckschicht 12 herausstrukturiert werden müssen. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, daß aufgrund der geringen Dicke der Trennschicht 11 von einigen μm die Oberfläche des Grundkörpers 10 nicht nach jedem Zyklus zur Erzeugung der Kavernenstruktur 20 neu strukturiert werden muß, sondern für typischerweise 2 bis 5 Verfahrensdurchläufe verwendet werden kann, bevor die Strukturierung der Oberfläche des nach jedem Verfahrensdurchlauf verbliebenen Teil des Grundkörpers 10 nachgearbeitet oder neu hergestellt werden muß. Dadurch spart man also eine ansonsten bei jedem Verfahrensdurchlauf erforderliche Strukturierung der erzeugten Deckschicht 12 mit der Kavernenstruktur 20.

Bezugszeichenliste

[0038]

- 5 Schichtsystem
- 10 Grundkörper
- 11 Trennschicht
- 12 Deckschicht
- 12' Teildeckschicht
- 13 Kavern
- 14 poröse Teilschicht
- 16 Kontaktbereich

- 17 Bauelement
- 18 Tragkörper
- 20 Kavernenstruktur
- 21 Boden
- 22 Seitenwand

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verkappung mindestens eines von einem Tragkörper (18) getragenen oder bereichsweise umgebenen Bauelementes (17), insbesondere eines mikromechanischen Bauelementes oder eines Sensorelementes, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauelement (17) auf der Oberfläche des Tragkörpers (18) bereichsweise derart mit einer Kaverne (13) eines mit einer Kavernenstruktur (20) versehenen Schichtsystems (5) überstülpt wird, daß die Kaverne (13) und der Tragkörper (18) das Bauelement (17) zumindest weitgehend umhüllen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schichtsystem (5) zumindest einen Grundkörper (10), insbesondere einen Siliziumkörper, eine Trennschicht (11) und eine Deckschicht (12) aufweist, wobei die Deckschicht (12) mit der Kavernenstruktur (20) strukturiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennschicht (11) von einer Opferschicht gebildet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kaverne (13) und der Tragkörper (18) sich in einem Kontaktbereich (16) zumindest nahezu berühren.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kaverne (13) derart aufgebracht wird, daß die Kaverne (13) und das Bauelement (17) berührungsfrei sind.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtstruktur (5) mit der Kavernenstruktur (20) kopffüßig mit dem Tragkörper (18) verbunden, insbesondere gebondet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Verbindung der Kavernenstruktur (20) mit dem Tragkörper (18) die Kavernenstruktur (20) von dem Grundkörper (10) getrennt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Trennen durch eine Auflösung oder einen Bruch der Trennschicht (11) erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Grundkörper (10) zunächst

die Trennschicht (11) und danach auf der Trennschicht (11) die Deckschicht (12) erzeugt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Grundkörper (10) zunächst die Deckschicht (12) erzeugt und strukturiert und danach zwischen der strukturierten Deckschicht (12) und dem Grundkörper (10) die Trennschicht (11) erzeugt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschicht (12) und/oder die Trennschicht (11) auf dem Grundkörper (10) abgeschieden werden.

12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschicht (12) und/oder die Trennschicht (11) von einem Oberflächenbereich des Grundkörpers (10) gebildet werden.

13. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Trennschicht (11) eine poröse Siliziumschicht erzeugt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschicht (12) durch insbesondere epitaktisches Aufwachsen von Silizium auf dem Grundkörper (10) erzeugt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufwachsen in einem Nieder-temperaturepitaxieprozeß mit einer ionen-assistierten Deposition oder mittels eines CVD-Prozesses erfolgt.

16. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des Grundkörpers (10) zunächst mit einer Strukturierung versehen wird und danach die Trennschicht (11) und die Deckschicht (12) erzeugt werden, so daß sich die Strukturierung der Oberfläche des Grundkörpers (10) in die Deckschicht (12) überträgt und sich die Kavernenstruktur (20) ausbildet.

17. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Strukturierung der Schichtstruktur (5) oder der Deckschicht (12) mit der Kavernenstruktur (20) mit einem Plasmaätzverfahren, insbesondere einem Hochratenplasmaätzverfahren, oder einem naß-chemischen Ätzverfahren, insbesondere einer Ätzung mit KOH-Lösung, erfolgt.

18. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Deckschicht (12) erzeugt wird, die eine niedrig poröse Teilschicht (14) und eine zumindest weitge-

hend gasdichte Teildeckschicht (12') aufweist, oder daß eine niedrig poröse Deckschicht (12) erzeugt wird.

19. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkörper (10) zunächst zumindest oberflächlich porosiert oder mit einer porösen Schicht versehen und anschließend derart getempert wird, daß sich eine verdichtete, niedrig poröse Schicht als Deckschicht (12) bildet, die von einer porösen Trennschicht (11) von dem Grundkörper (10) getrennt wird.

20. Verfahren zur Herstellung einer Kavernenstruktur (20) mit einer Vielzahl von regelmäßig angeordneten Kavernen (13) wobei ein Grundkörper (10), insbesondere einem Siliziumkörper, mit einer Deckschicht (12) mit der Kavernenstruktur (20) strukturiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine Trennschicht (11) erzeugt wird, mittels der die Deckschicht (12) von dem Grundkörper (10) trennbar ist.

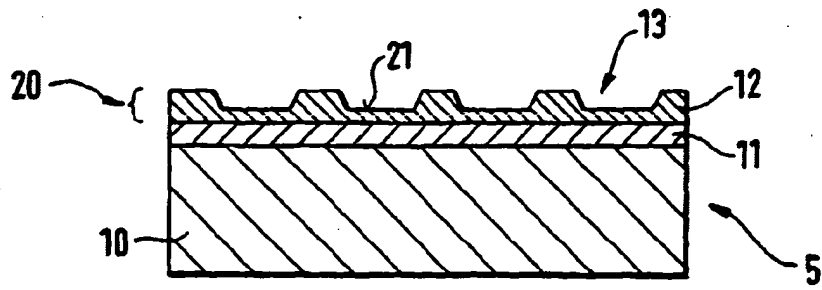


FIG. 1

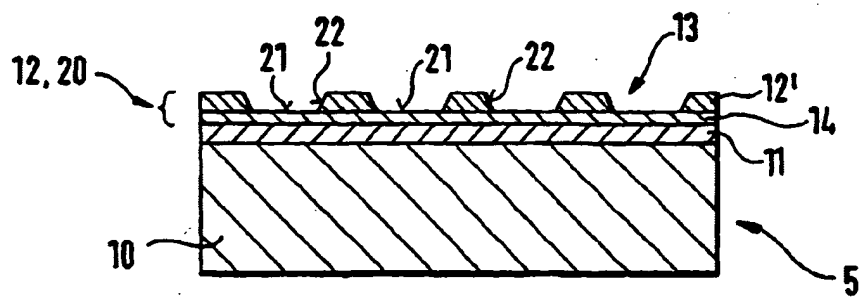


FIG. 2

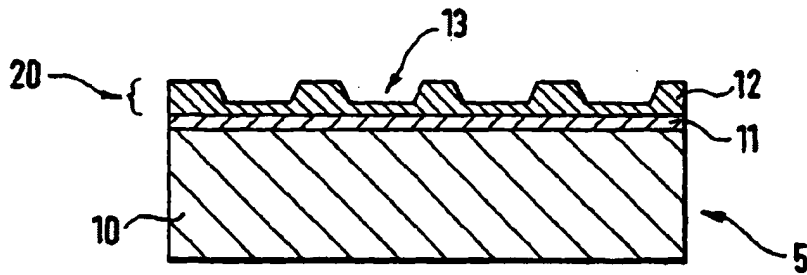


FIG. 3

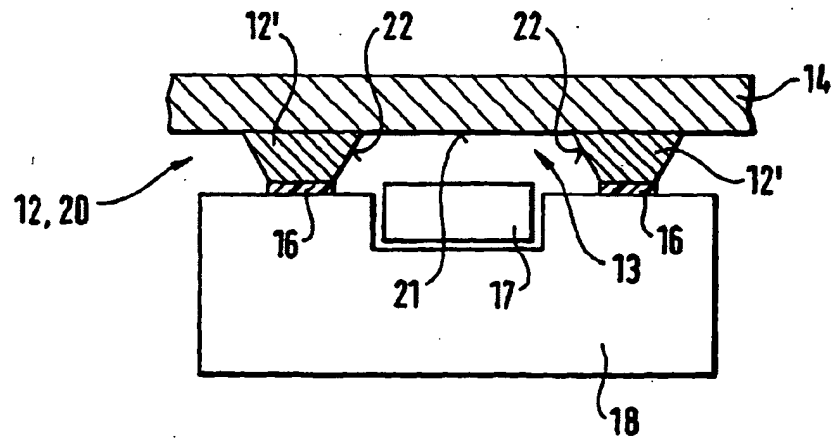


FIG. 4